



12

Gebrauchsmuster

U1

- (11) Rollennummer G 92 07 340.9
- (51) Hauptklasse C23C 14/50
Nebenklasse(n) F27D 3/12
- (22) Anmeldetag 30.05.92
- (47) Eintragungstag 01.10.92
- (43) Bekanntmachung
im Patentblatt 12.11.92
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes
Substratträger mit Planetenbewegung
- (71) Name und Wohnsitz des Inhabers
VTD-Vakuumtechnik Dresden GmbH, 0-8017 Dresden,
DE
- (74) Name und Wohnsitz des Vertreters
Pätzelt, P., Pat.-Anw., 0-8045 Dresden

Substratträger mit Planetenbewegung

Die Erfindung betrifft einen Substratträger mit Planetenbewegung, der vorzugsweise zur Behandlung und Beschichtung von Substraten im Vakuum eingesetzt wird. Im besonderen handelt es sich dabei um einen Substratträger, der mindestens eine Substrataufnahme aufweist, die innerhalb des als Planeten drehenden Substratträgers eine zusätzliche Eigendrehung ausführt. Derartige Einrichtungen haben sich besonders bei der Beschichtung von Substraten mit komplizierter Oberflächengestalt als vorteilhaft erwiesen, da einschließlich der grundlegenden Drehbewegung um eine zentrale Achse die Substrate eine Dreifachdrehung ausführen. Damit ist es möglich die Schichtdicke der abgeschiedenen Schicht, auch bei relativ komplizierten Oberflächen der Substrate, im hohen Maße gleichmäßig abzuscheiden.

Nach dem Stand der Technik sind eine große Zahl von Substratträgern bekannt. Da die Behandlungs- bzw. Beschichtungszeit bei Vakuumprozessen relativ lang ist, werden überwiegend Chargenanlagen zum Einsatz gebracht. Dabei haben sich besonders die Substrathalterungen mit Planetenbewegung, bei dem sich die Planeten um einen zentralen Verdampfer, aber auch gegenüber mehreren Dampfquellen bewegen in großer Breite bewährt. Die zentrale Drehbewegung wird dabei meist von einem Korb ausgeführt, in dem die Substratträger als Planeten angeordnet sind, deren Drehbewegung meist durch Abrollen an feststehenden Elementen erzielt wird. Darüber hinaus sind auch Substrathalterungen bekannt geworden, bei denen sich die Substrate die in einem Planeten gehalten sind zusätzlich eine Eigendrehung ausführen. Die DE 39 33 911 A1 beschreibt ein derartige Substrathalterung. Angegeben wird ein Planet, bei dem zwei mittels Wellenkupplung verbundene parallele Wellen mit einem Abstand von einer auf einer radialen Linie zur Zentralachse im Planetensystem angeordnet sind, beide Wellen mindestens je einen konzentrischen Ring mit einer Vielzahl von Bohrungen gleicher Teilung aufweisen der jeweils

beide Wellen umschließt, wobei der obere Ring von beiden zur inneren Welle gehörig ist. In den auf gleicher Teilung liegenden, zusammengehörenden Bohrungen des oberen und unteren Ringes ist vertikal gehalten und frei drehbar je ein Substrat oder eine Substrataufnahme angeordnet. Je nach Wahl des Verhältnisses Bohrung zu eingesetzten Substratdurchmesser richtet sich die Zahl der Eigendrehung der Substrate je Planetenumdrehung. Die Substrate führen somit innerhalb der Planeten eine Eigendrehung und insgesamt drei Drehbewegungen um die Zentralachse aus. Die erzielbare Schichtdickengleichmäßigkeit bei dieser Einrichtung ist sehr hoch, da über die dritte Bewegung der Substrate eine besonders hohe Gleichmäßigkeit der Ausrichtung der einzelnen Oberflächen der Substrate gegenüber der Dampfquelle erzielt wird.

Der Nachteil der vorgenannten Einrichtung nach dem Stand der Technik besteht darin, daß der technische Aufwand relativ hoch ist und als Substrate überwiegend nur solche mit länglicher Struktur geeignet sind, die außerdem noch in passenden Substrataufnahmen gehalten werden müssen. Sowohl größere wie bedeutende kleinere Substrate können in dieser Einrichtung nicht oder nur mit Schwierigkeiten beschichtet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Substraträger, insbesondere für die Behandlung oder Beschichtung von Substraten im Vakuum zu schaffen, bei dem die Substrate mit geringem technischem Aufwand innerhalb des Substraträgers eine eigene Drehbewegung ausführen und insbesondere geeignet ist, eine Vielzahl kleiner Substrate aufzunehmen.

Die Aufgabe der Erfindung wird für die im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebene Art der Substraträger entsprechend dem kennzeichnenden Teil gelöst.

Die Erfindung bezieht sich grundsätzlich auf Substraträger, die eine Planetenbewegung ausführen, wobei die Substraträger in ihrem oberen Teil zur Zentralachse hin geneigt sind. Diese Substraträger bewegen sich in bekannter Weise als Planet

innerhalb einer Halte- und Antriebseinrichtungen, insbesondere in Form eines Drehkorbes. In der erfindungsgemäßen Ausführung besteht der Substratträger aus einer Achse, an deren unterem Abschnitt eine Tragplatte angeordnet ist, die eine koaxiale nach oben offene halbkreisförmige Kugellaufbahn aufweist. Im oberen Teil befindet sich koaxial zur Achse eine Lagerplatte. Zugehörig zu dem Substratträger ist mindestens eine Substrataufnahme. Diese Substrataufnahme besteht aus einem Haltestab und einem an seinem unteren Ende angeordneten Kugelsegment. Der Haltestab ist dabei grundsätzlich ein einfacher Stab, auf den die jeweiligen Substrate aufgesteckt werden, er kann aber auch eine spezielle konstruktive Ausführung haben. So kann es vorteilhaft sein, den Haltestab aus Vierkantmaterial herzustellen, damit die passenden Substrate sich nicht verdrehen können, was durch das Eigengewicht der Substrate bei stärkerer Neigung der Substratträger möglich ist. Erfindungswesentlich ist, daß das Kugelsegment der Substrataufnahme in der halbkreisförmigen Kugellaufbahn gelagert der Haltestab mit seinem oberen Ende in der Lagerbohrung der Lagerplatte radial gehaltert ist. Die Lagerbohrung ist so gestaltet, daß der Haltestab sich mit ausreichendem Spiel innerhalb der Bohrung bewegen kann. Der Teilkreis der Lagerbohrungen in der Lagerplatte und der mittlere Durchmesser der halbkreisförmigen Kugellaufbahn wird in der Regel gleiche Maße haben. Damit wird die Substrataufnahme im wesentlichen parallel zur Achse des Substratträgers gehaltert. Die jeweiligen Durchmesser können aber auch unterschiedlich gewählt werden, dann ändert sich zusätzlich die Winkellage der Substrataufnahme während einer Umdrehung des Substratträgers und die Substrataufnahme führt eine zusätzliche Taumelbewegung aus, was bei komplizierten Oberflächen der Substrate von Vorteil sein kann. Das kann zu besonderen Wirkungen führen, wenn der Durchmesser des Teilkreises der Lagerbohrungen größer ist, da dabei meist mehr konstruktive Freiheit besteht als bei einer Verkleinerung des Teilkreisdurchmessers. Für die Eigendrehung der Substrataufnahmen innerhalb des Substratträgers sind die Radien des Kugelsegmentes und der Kugellaufbahn sowie die Neigung des Substratträgers gegenüber

der Zentralachse ausschlaggebend. Je kleiner der Radius des Kugelsegmentes gegenüber dem Radius der Kugellaufbahn ist, desto stärker ist die Eigendrehung. Das Verhältnis des Radius
5 des Kugelsegmentes zum Radius der halbkreisförmigen Kugellaufbahn liegt vorteilhafter Weise zwischen 0,5 und 0,95. Die Neigung des Substratträgers innerhalb des Drehkorbes als Halte- und Antriebseinrichtung richtet sich vor allem nach den Verhältnissen, die von der eingesetzten Behandlungs- und
10 Beschichtungsquelle, z.B. Plasma- und/oder Dampfquelle, bestimmt wird. Für die vorliegende Erfindung ist es erforderlich, daß die Neigung des Substratträgers zur Zentralachse zwischen 60° und 10° zur Senkrechten beträgt. Bei 0° würde absolut keine Eigendrehung der Substrataufnahme entstehen und
15 bei Neigungen über 60° besteht die Gefahr, daß das Kugelsegment bei der Drehung aus der Kugellaufbahn herausrutscht.

Beim Betrieb der erfindungsgemäßen Einrichtung führt der Substratträger innerhalb eines Drehkorbes eine einfache Rotationsbewegung aus. Während dieser Rotation rollt er in
20 bekannter Weise z.B. mit einem Stützrad auf einem feststehenden Stützring ab, wodurch der Substratträger eine Planetenbewegung ausführt. Die Substrataufnahme lagert durch ihr Eigengewicht in der beschriebenen Schrägstellung mit seinem Kugelsegment in der halbkreisförmigen Kugellaufbahn. Die Lager-
25 fläche ist dabei punktförmig auf den sogenannten Rollpunkt begrenzt. Mit der Planetendrehung des Substratträgers dreht sich auch die Trägerplatte mit der Kugellaufbahn. Der augenblickliche Rollpunkt wird dabei vertikal relativ nach oben verdreht. Durch das Eigengewicht der Substrataufnahme rollt
30 das Kugelsegmentes in die jeweils tiefste Lage auf der Kugellaufbahn. Bei kontinuierlicher Planetendrehung des Substratträgers kommt es somit auch zum kontinuierlichen Abrollen des Kugelsegmentes der Substrataufnahme innerhalb der Kugellaufbahn. Die Substrataufnahme führt innerhalb des Substratträgers eine Eigendrehung durch.
35

Die Eigendrehung der Substrataufnahme und somit die dritte Bewegung der Substrate wird mit geringem technischem Aufwand

erzielt. Bei der konkreten Anwendung kann es dabei erforderlich sein, den Haltestab des Substratträgers an die jeweiligen Substrate anzupassen.

- 5 Als besonders vorteilhaft hat sich die erfindungsgemäße Einrichtung zur Beschichtung von relativ kleinen Wendeschneidplatten erwiesen. Diese Wendeschneidplatten haben ohnehin eine zentrale Bohrung und können mit einfachsten Mitteln auf einen als Bolzen ausgebildeten Substratträger aufgesteckt
10 werden. Auch relativ große Walzenfräser, die auf den Haltestab aufgesteckt werden, können mit der erfindungsgemäßen Einrichtung vorteilhaft beschichtet werden.

- Nachfolgend soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden, die zugehörige Zeichnung zeigt einen
15 Schnitt durch einen Substratträger.

Im Beispiel sollen Wendeschneidplatten innerhalb eines plasmagestützten Vakuumbeschichtungsverfahrens mit einer harten verschleißfesten Titannitritschicht beschichtet werden.

- Der dargestellte Substratträger 1 befindet sich in bekannter
20 Weise in einem um eine zentrale Achse rotierenden Drehkorb 2. Der Übersichtlichkeit wegen sind lediglich der untere und der obere Ring des Drehkorbes 2 angedeutet. Diese Ringe sind miteinander verbunden und bewegen sich um eine zentrale Plasmabeschichtungsquelle. Der Substratträger 1 besteht aus einer
25 Achse 3, die sowohl im oberen wie im unteren Ring des Drehkorbes 2 drehbar gelagert ist. Am unteren Teil des Substratträgers 1 ist ein Stützrad 4 angeordnet, das auf einen feststehenden Stützring 5 abrollt. Damit dieser Abrollvorgang nicht behindert wird, weist die Achse 3 innerhalb der Lager
30 an den Ringen des Drehkorbes 2 ausreichende vertikale Freiheit auf. Durch diesen Abrollvorgang führt der Substratträger 1 innerhalb des Drehkorbes 2 eine Eigendrehung aus, die gleichzeitig eine Planetenbewegung um die Zentralachse ist. Zur Halterung der Substrate 13 befinden sich im Substratträger
35 ger 1 eine Vielzahl von Substrataufnahmen 10. Im Beispiel bei

den eingesetzten relativ kleinen Wendeschneidplatten werden zwölf eingesetzt, wobei in der Zeichnung nur zwei dargestellt sind. Zur Lagerung der Substrataufnahmen 10 im Substratträger 1 befindet am unteren Ende der Achse 3 eine Tragplatte 6. Diese Tragplatte 6 ist rechtwinklig zur Achse 3 angeordnet und weist eine nach oben offene halbkreisförmige Kugellaufbahn 7 auf. Der Tragplatte 6 gegenüber am oberen Teil der Achse 3 befindet sich eine Lagerplatte 8, die auf einen Teilkreis mehrere Lagerbohrungen 9 aufweist. Die Substrataufnahme 10 besteht aus einem Haltestab 11, im Beispiel ein einfacher Stab mit 3 mm Durchmesser und ein an dessen unterem Ende angeordnetes Kugelsegment 12. Die Substrate 13, im Beispiel Wendeschneidplatten, sind in einfacher Weise mit ihrer Zentralbohrung auf den Haltestab 11 aufgesteckt, wobei zwischen den Substraten 13 jeweils ein Distanzstück 14 zwischengelegt ist. Die Lagerung der Substrataufnahme 10 im Substratträger 1 erfolgt derart, daß erst der Haltestab 11 in die Lagerbohrung 9 gesteckt und dann das Kugelsegment 12 in die Kugellaufbahn 7 eingesetzt wird. Im Beispiel wurde bei einem Durchmesser des Kreissegments 12 von 15 mm und einem Radius der halbkreisförmigen Kugellaufbahn 7 von 10 mm ein Verhältnis von 0,75 gewählt. Die vertikale Lage der Substrataufnahme 10 wird jeweils vom vertikal tiefsten Punkt der Kugellaufbahn 7 bestimmt. Dabei ist die Neigung des Substratträgers 1 innerhalb des Drehkorbes gegenüber der Zentralachse von besonderer Bedeutung. Je weiter der Rollpunkt 15 vom Scheitelpunkt 16 der halbkreisförmigen Kugellaufbahn 7 entfernt ist, desto größer ist die Eigendrehung der Substrataufnahme 10. Zur Erhöhung der Anwendungsbreite der Erfindung kann es vorteilhaft sein, wenn die Lagerung des Substratträgers 1 im oberen Ring des Drehkorbes 2 radial verschiebbar gestaltet ist. Damit kann die Neigung des Substratträgers 1 im Drehkorb 2 und damit die Lage des Rollpunktes 15 gegenüber dem Scheitelpunkt 16 zusätzlich variiert werden, was wiederum zu einer Veränderung der Zahl der Eigendrehungen der Substrataufnahme 10 je Umdrehung des Substratträgers 1 führt.

Mit diesem erfindungsgemäßen Substraträger 1 führen, bei geringem technischen Aufwand, die Substrate 13 zusätzlich zur Planetenbewegung des Substraträgers 1 eine Eigendrehung aus
5 und die Gleichmäßigkeit der Schichtabscheidung auf den Substraten 13 ist sehr hoch. Des weiteren ist bei einem Chargenbetrieb die sehr einfache Bestückung des Substraträgers mit den Substrataufnahmen 10 von besonderer Bedeutung.

Schutzansprüche

1. Substratträger, insbesondere für die Behandlung oder Beschichtung von Substraten im Vakuum, der in vertikaler Schräglage in einem Drehkorb eine Planetenbewegung ausführt und mindestens eine Substrataufnahme aufweist, die innerhalb des Substratträgers eine Eigendrehung ausführt, dadurch gekennzeichnet, daß der Substratträger (1) eine untere Tragplatte (6) mit einer nach oben offenen halbkreisförmigen Kugellaufbahn (12) und eine obere Lagerplatte (8) mit mindestens einer Lagerbohrung (9) auf einem Teilkreis aufweist, daß die Substrataufnahme (10) im wesentlichen aus einem Haltestab (11) und einem an seinem unteren Ende angeordnetem Kugelsegment (12) besteht und daß der Haltestab (11) mit seinem Kugelsegment (12) in der halbkreisförmigen Kugellaufbahn (12) der Tragplatte (6) und mit seinem oberen Ende in einer Lagerbohrung (9) der Lagerplatte (8) gelagert ist.
2. Substratträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius des Kugelsegments (12) 0,5 bis 0,95 des Radius der halbkreisförmigen Kugellaufbahn (12) beträgt.
3. Substratträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung des Substratträgers (1) im Drehkorb (2) zwischen 60° und 10° zur Senkrechten beträgt.
4. Substratträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltestab (11) Arretierungsmittel für die Substrate (13) aufweist.
5. Substratträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Teilkreises der Lagerbohrungen (9) in der Lagerplatte (8) gegenüber dem mittleren Durchmesser der Kugellaufbahn (12) unterschiedlich ist, insbesondere größer.

